

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-347102

(43)Date of publication of application : 15.12.2000

(51)Int.Cl. G02B 15/20
G02B 13/18
G02B 15/163

(21)Application number : 11-158093 (71)Applicant : KONICA CORP

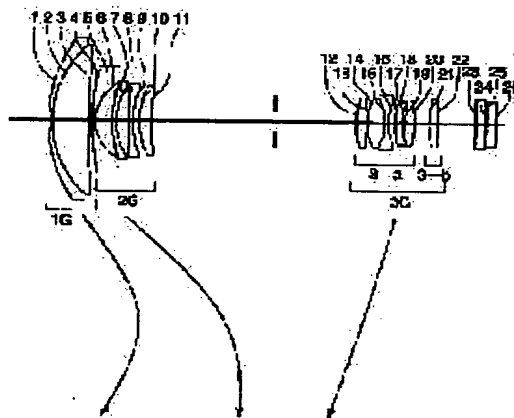
(22)Date of filing : 04.06.1999 (72)Inventor : SATO MASAE

(54) ZOOM LENS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a zoom lens where various kinds of aberration are satisfactorily corrected so as to be satisfactorily used for a high pixel digital camera while the lens is provided with the high variable power of 5 to 11 and the lens has a wide half viewing angle of 40° .

SOLUTION: The zoom lens consists of a 1st lens group 1G whose refractive power is positive, a 2nd lens group 2G whose refractive power is negative and a 3rd lens group 3G whose refractive power is positive in order from the object side, and at least the 2nd lens group is moved and the 3rd lens group is moved to the object side so that a distance between the 1st lens group and the 2nd lens group may be increased and also a distance between the 2nd lens group and the 3rd lens group may be reduced in the case of varying the power from a short focal end to a long focal end, and the 1st lens group includes at least one negative lens and one positive lens, and it satisfies the following conditional inequalities; $4.5 < f_1/f_W < 20$ and $2.9 < \beta_{3T}/\beta_{3W} < 8$, provided that the focal distance of the 1st lens group is expressed by f_1 , the focal distance of the zoom lens at the short focal end is expressed by f_W , and the paraxial horizontal power of the 3rd lens group at the short focal end and at the long focal end are expressed by δ_{3W} and δ_{3T} , respectively.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.03.2004

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-347102

(P2000-347102A)

(43)公開日 平成12年12月15日(2000.12.15)

(51)Int.Cl.⁷

G 0 2 B 15/20
13/18
15/163

識別記号

F I

G 0 2 B 15/20
13/18
15/163

テ-マ-ト* (参考)

2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 17 頁)

(21)出願番号

特願平11-158093

(22)出願日

平成11年6月4日(1999.6.4)

(71)出願人 000001270

コニカ株式会社

東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

(72)発明者 佐藤 正江

東京都八王子市石川町2970番地コニカ株式
会社内

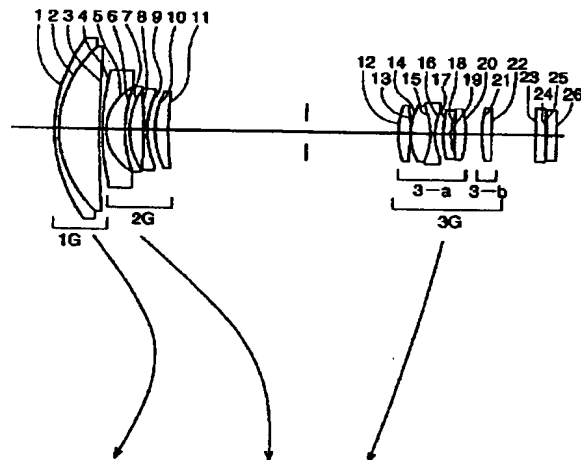
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ズームレンズ

(57)【要約】

【課題】 5から11倍と高変倍で、半画角が40°と
広角にも関わらず、諸収差を高画素デジタルカメラにも
十分用いられる良好に補正されたズームレンズ。

【解決手段】 物体側より、正の屈折力を有する第1レ
ンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群と正の屈折力
を有する第3レンズ群より構成された3群ズームレンズ
において、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、第1
レンズ群と第2レンズ群の間隔が増加するように、且
つ、第2レンズ群と第3レンズ群の間隔が減少するよう
に、少なくとも第2レンズ群が移動し、第3レンズ群が
物体側に移動するようにし、第1レンズ群が少なくとも
負レンズ1枚と正レンズ1枚を含み、 f_1 ；第1レンズ
群の焦点距離、 f_o ；ズームレンズの短焦点端での焦点
距離、 β_o と β_r ；それぞれ短焦点端と長焦点端での第
3レンズ群の近軸横倍率として、 $4.5 < f_1/f_o < 2$
 $0.2.9 < \beta_r/\beta_o < 8$ なる条件式を満足する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群と正の屈折力を有する第3レンズ群より構成された3群ズームレンズにおいて、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が増加するように、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように、少なくとも前記第2レンズ群が移動し、前記第3レンズ群が物体側に移動するようにし、前記第1レンズ群が少なくとも負レンズ1枚と正レンズ1枚を含み、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$4. \quad 5 < f_1 / f_{\infty} < 20$$

$$2. \quad 9 < \beta_{3,r} / \beta_{3,\infty} < 8$$

但し、

f_1 ：前記第1レンズ群の焦点距離

f_{∞} ：前記ズームレンズの短焦点端での焦点距離

$\beta_{3,\infty}$ ：短焦点端での前記第3レンズ群の近軸横倍率

$\beta_{3,r}$ ：長焦点端での前記第3レンズ群の近軸横倍率

【請求項2】 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

$$2. \quad 9 < \beta_{3,r} / \beta_{3,\infty} < 6$$

但し、

$\beta_{3,\infty}$ ：短焦点端での前記第3レンズ群の近軸横倍率

$\beta_{3,r}$ ：長焦点端での前記第3レンズ群の近軸横倍率

【請求項3】 短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群は像側に移動した後に物体側に移動することを特徴とする請求項1または2に記載のズームレンズ。

【請求項4】 前記第3レンズ群は正の屈折力を有する第3-aレンズ群と正の屈折力を有する第3-bレンズ群を有し、前記第3-bレンズ群を移動させてフォーカシングすると共に、以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1、2または3に記載のズームレンズ。

$$0. \quad 25 < f_{3,a} / f_{3,b} < 0.7$$

但し、 $f_{3,a}$ ：前記第3-aレンズ群の焦点距離

$f_{3,b}$ ：前記第3-bレンズ群の焦点距離

【請求項5】 物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群と正の屈折力を有する第4レンズ群より構成された4群ズームレンズにおいて、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が増加するように、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように、少なくとも前記第2レンズ群が移動し、前記第3レンズ群が物体側に、前記第4レンズ群が物体側に移動するようにし、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$4. \quad 5 < f_1 / f_{\infty} < 20$$

$$3. \quad 3 < \beta_{3,r} / \beta_{3,\infty} < 8$$

但し、

f_1 ：前記第1レンズ群の焦点距離

f_{∞} ：前記ズームレンズの短焦点端での焦点距離

$\beta_{3,\infty}$ ：短焦点端での前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の合成の近軸横倍率

$\beta_{3,r}$ ：長焦点端での前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の合成の近軸横倍率

【請求項6】 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項5に記載のズームレンズ。

$$8. \quad 0 < f_1 / f_{\infty} < 20$$

但し、

f_1 ：前記第1レンズ群の焦点距離

f_{∞} ：前記ズームレンズの短焦点端での焦点距離

【請求項7】 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項5または6に記載のズームレンズ。

$$3. \quad 3 < \beta_{3,r} / \beta_{3,\infty} < 6$$

但し、 $\beta_{3,\infty}$ ：前記ズームレンズの短焦点端での前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の合成の近軸横倍率

$\beta_{3,r}$ ：前記ズームレンズの長焦点端での前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の合成の近軸横倍率

【請求項8】 前記第1レンズ群は少なくとも負レンズ1枚と正レンズ1枚を含むことを特徴とする請求項5から7のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項9】 短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群は像側に移動した後に、物体側に移動することを特徴とする請求項5から8のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項10】 前記第4レンズ群を移動させてフォーカシングすると共に、以下の条件式を満足することを特徴とする請求項5から9のいずれか1項に記載のズームレンズ。

$$0. \quad 25 < f_4 / f_{\infty} < 0.7$$

但し、

f_4 ：前記第4レンズ群の焦点距離

f_{∞} ：前記第4レンズ群の焦点距離

【請求項11】 物体側より正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群と正の屈折力を有する第3レンズ群より構成される3群ズームレンズまたは、物体側より正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群と正の屈折力を有する第3レンズ群と正の屈折力を有する第4レンズ群より構成される4群ズームレンズにおいて、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が増加するように、かつ前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように少なくとも前記第2レンズ群が移動し、前記第2レンズ群が物体側より、順に3枚の負レンズと少なくとも1枚の正レンズを含むように構成され、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$50 \quad 32^\circ < \omega_{\infty} < 50^\circ$$

但し、 ω_w ：短焦点端での半画角

【請求項12】 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項11に記載のズームレンズ。

$$1. \quad 5 < f_1/f_w < 20$$

【請求項13】 物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、絞りと正の屈折力を有する第3レンズ群より構成された3群ズームレンズにおいて、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が増加するように、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように、少なくとも前記第2レンズ群が移動し、前記第3レンズ群が物体側に移動するズームレンズで、短焦点端から長焦点端に変倍するにしたがい、前記絞りの開放絞り径を大きくしたことを特徴とするズームレンズ。

【請求項14】 物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、絞りと正の屈折力を有する第3レンズ群より構成された3群ズームレンズにおいて、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が増加するように、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように、少なくとも前記第2レンズ群が移動し、前記第3レンズ群が物体側に移動するズームレンズで、以下の条件式を満足し、かつ短焦点端から長焦点端に変倍するにしたがい、前記絞りの開放絞り径を大きくしたことを特徴とするズームレンズ

$$2. \quad 9 < \beta_{1r}/\beta_{3w} < 8$$

但し、

β_{3w} ：短焦点端での前記第3レンズ群の近軸横倍率

β_{1r} ：長焦点端での前記第3レンズ群の近軸横倍率

【請求項15】 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項14に記載のズームレンズ。

$$2. \quad 9 < \beta_{1r}/\beta_{3w} < 6$$

但し、

β_{3w} ：短焦点端での前記第3レンズ群の近軸横倍率

β_{1r} ：長焦点端での前記第3レンズ群の近軸横倍率

【請求項16】 物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、絞り、正の屈折力を有する第3レンズ群と正の屈折力を有する第4レンズ群より構成された4群ズームレンズにおいて、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が増加するように、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように、少なくとも前記第2レンズ群が移動し、前記第3レンズ群が物体側に、前記第4レンズ群が物体側に移動するズームレンズで、短焦点端から長焦点端に変倍するにしたがい、前記絞りの開放絞り径を大きくしたことを特徴とするズームレンズ。

【請求項17】 物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、絞り、正

の屈折力を有する第3レンズ群と正の屈折力を有する第4レンズ群より構成された4群ズームレンズにおいて、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が増加するように、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように、少なくとも前記第2レンズ群が移動し、前記第3レンズ群が物体側に、前記第4レンズ群が物体側に移動するズームレンズで、以下の条件式を満足し、かつ短焦点端から長焦点端に変倍するにしたがい、前記絞りの開放絞り径を大きくしたことを特徴とするズームレンズ。

$$3. \quad 3 < \beta_{1r}/\beta_{3w} < 8$$

但し、

β_{3w} ：短焦点端での前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の合成の近軸横倍率

β_{1r} ：長焦点端での前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の合成の近軸横倍率

【請求項18】 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項17に記載のズームレンズ。

$$3. \quad 3 < \beta_{1r}/\beta_{3w} < 6$$

但し、

β_{3w} ：短焦点端での前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の合成の近軸横倍率

β_{1r} ：長焦点端での前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の合成の近軸横倍率

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はズームレンズに関し、特にCCD等の固体撮像素子を用いる電子スチルカメラ、もしくはビデオカメラ等に適した4倍以上の変倍比を有し、半画角が35°以上の広角なズームレンズに関する。特に100万画素以上の高画素デジタルスチルカメラに好適なズームレンズに関する。

【0002】

【従来の技術】CCD等の固体撮像素子用のズームレンズとしては、変倍比が4倍以上で、半画角が35°以上の広角なズームレンズでは、特開平11-2762号公報等で開示されている正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群よりなる3群ズームレンズ、また、特開平7-20381号公報や、特開平7-275361号公報や、特開平6-148521号公報や、特開平6-148520号公報等で開示されている正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群よりなる4群ズームレンズが知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開平11-2762号公報は、レンズ構成枚数を極力少なくした5乃至8倍ズームレンズであるが、100万画素を超えるような高画素デジタルスチルカメラに用いること

ができるように諸収差を補正することは難しい。

【0004】また一方、特開平7-20381号公報や、特開平7-275361号公報や、特開平6-148521号公報や、特開平6-148520号公報等は、変倍比が10倍以上のズームレンズであるが、短焦点端での歪曲収差や倍率色収差等の補正が不十分なため、やはり100万画素以上の高画素デジタルスチルカメラに用いることは難しい。

【0005】本発明のズームレンズは上記欠点を鑑み、100万画素以上のCCD等の固体撮像素子を用い、4倍以上の変倍比と35°以上の半画角を有するデジタルスチルカメラ等に適用して十分な結像性能を有するズームレンズを提供しようとするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記の目的は下記のいずれかの手段により達成される。即ち、

(1) 物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群と正の屈折力を有する第3レンズ群より構成された3群ズームレンズにおいて、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が増加するように、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように、少なくとも前記第2レンズ群が移動し、前記第3レンズ群が物体側に移動するようにし、前記第1レンズ群が少なくとも負レンズ1枚と正レンズ1枚を含み、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【0007】

$$4. \quad 5 < f_1 / f_{\infty} < 20 \cdots \cdots \text{式} [1]$$

$$2. \quad 9 < \beta_{1r} / \beta_{1\infty} < 8 \cdots \cdots \text{式} [2]$$

但し、

f_1 : 前記第1レンズ群の焦点距離

f_{∞} : 前記ズームレンズの短焦点端での焦点距離

$\beta_{1\infty}$: 短焦点端での前記第3レンズ群の近軸横倍率

β_{1r} : 長焦点端での前記第3レンズ群の近軸横倍率

(2) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ。

【0008】

$$2. \quad 9 < \beta_{1r} / \beta_{1\infty} < 6 \cdots \cdots \text{式} [3]$$

但し、

$\beta_{1\infty}$: 短焦点端での前記第3レンズ群の近軸横倍率

β_{1r} : 長焦点端での前記第3レンズ群の近軸横倍率

(3) 短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群は像側に移動した後に物体側に移動することを特徴とする前記(1)または(2)に記載のズームレンズ。

【0009】(4) 前記第3レンズ群は正の屈折力を有する第3-aレンズ群と正の屈折力を有する第3-bレンズ群を有し、前記第3-bレンズ群を移動させてフォーカシングすると共に、以下の条件式を満足すること

を特徴とする前記(1)、(2)または(3)に記載のズームレンズ。

【0010】

$$0. \quad 25 < f_{1a} / f_{1b} < 0.7 \cdots \cdots \text{式} [4]$$

但し、

f_{1a} : 前記第3-aレンズ群の焦点距離

f_{1b} : 前記第3-bレンズ群の焦点距離

(5) 物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群と正の屈折力を有する第4レンズ群より構成された4群ズームレンズにおいて、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が増加するように、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように、少なくとも前記第2レンズ群が移動し、前記第3レンズ群が物体側に、前記第4レンズ群が物体側に移動するようにし、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【0011】

$$1. \quad 5 < f_1 / f_{\infty} < 20 \cdots \cdots \text{式} [5]$$

$$3. \quad 3 < \beta_{3r} / \beta_{3\infty} < 8 \cdots \cdots \text{式} [6]$$

但し、

f_1 : 前記第1レンズ群の焦点距離

f_{∞} : 前記ズームレンズの短焦点端での焦点距離

$\beta_{3\infty}$: 短焦点端での前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の合成の近軸横倍率

β_{3r} : 長焦点端での前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の合成の近軸横倍率

(6) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(5)に記載のズームレンズ。

【0012】

$$8. \quad 0 < f_1 / f_{\infty} < 20 \cdots \cdots \text{式} [7]$$

但し、

f_1 : 前記第1レンズ群の焦点距離

f_{∞} : 前記ズームレンズの短焦点端での焦点距離

(7) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(5)または(6)に記載のズームレンズ。

【0013】

$$3. \quad 3 < \beta_{3r} / \beta_{3\infty} < 6 \cdots \cdots \text{式} [8]$$

但し、

$\beta_{3\infty}$: 前記ズームレンズの短焦点端での前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の合成の近軸横倍率

β_{3r} : 前記ズームレンズの長焦点端での前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の合成の近軸横倍率

(8) 前記第1レンズ群は少なくとも負レンズ1枚と正レンズ1枚を含むことを特徴とする(5)から(7)のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【0014】(9) 短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群は像側に移動した後に、物体側に移動することを特徴とする前記(5)から(8)のい

ずれか1項に記載のズームレンズ。

【0015】(10) 前記第4レンズ群を移動させてフォーカシングすると共に、以下の条件式を満足することを特徴とする前記(5)から(9)のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【0016】

$0.25 < f_3/f_4 < 0.7 \cdots \text{式}[9]$

但し、

f_3 ：前記第3レンズ群の焦点距離

f_4 ：前記第4レンズ群の焦点距離

(11) 物体側より正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群と正の屈折力を有する第3レンズ群より構成される3群ズームレンズまたは、物体側より正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群と正の屈折力を有する第3レンズ群と正の屈折力を有する第4レンズ群より構成される4群ズームレンズにおいて、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が増加するように、かつ前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように少なくとも前記第2レンズ群が移動し、前記第2レンズ群が物体側より、順に3枚の負レンズと少なくとも1枚の正レンズを含むように構成され、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【0017】

$32^\circ < \omega_s < 50^\circ \cdots \text{式}[10]$

但し、 ω_s ：短焦点端での半面角

(12) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(11)に記載のズームレンズである。

【0018】

$1.5 < f_1/f_2 < 2.0 \cdots \text{式}[1]$

(13) 物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、絞りと正の屈折力を有する第3レンズ群より構成された3群ズームレンズにおいて、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が増加するように、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように、少なくとも前記第2レンズ群が移動し、前記第3レンズ群が物体側に移動するズームレンズで、短焦点端から長焦点端に変倍するにしたがい、前記絞りの開放絞り径を大きくしたことを特徴とするズームレンズ。

【0019】(14) 物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、絞りと正の屈折力を有する第3レンズ群より構成された3群ズームレンズにおいて、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が増加するように、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように、少なくとも前記第2レンズ群が移動し、前記第3レンズ群が物体側に移動す

るズームレンズで、以下の条件式を満足し、かつ短焦点端から長焦点端に変倍するにしたがい、前記絞りの開放絞り径を大きくしたことを特徴とするズームレンズ

$2.9 < \beta_{3r}/\beta_{3s} < 8 \cdots \text{式}[11]$

但し、

β_{3s} ：短焦点端での前記第3レンズ群の近軸横倍率

β_{3r} ：長焦点端での前記第3レンズ群の近軸横倍率

(15) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(14)に記載のズームレンズ。

10 【0020】

$2.9 < \beta_{3r}/\beta_{3s} < 6 \cdots \text{式}[12]$

但し、

β_{3s} ：短焦点端での前記第3レンズ群の近軸横倍率

β_{3r} ：長焦点端での前記第3レンズ群の近軸横倍率

(16) 物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、絞り、正の屈折力を有する第3レンズ群と正の屈折力を有する第4レンズ群より構成された4群ズームレンズにおいて、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が増加するように、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように、少なくとも前記第2レンズ群が移動し、前記第3レンズ群が物体側に、前記第4レンズ群が物体側に移動するズームレンズで、短焦点端から長焦点端に変倍するにしたがい、前記絞りの開放絞り径を大きくしたことを特徴とするズームレンズ。

【0021】(17) 物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、絞り、正の屈折力を有する第3レンズ群と正の屈折力を有する第4レンズ群より構成された4群ズームレンズにおいて、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が増加するように、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように、少なくとも前記第2レンズ群が移動し、前記第3レンズ群が物体側に、前記第4レンズ群が物体側に移動するズームレンズで、以下の条件式を満足し、かつ短焦点端から長焦点端に変倍するにしたがい、前記絞りの開放絞り径を大きくしたことを特徴とするズームレンズ。

40 【0022】

$3.3 < \beta_{3r}/\beta_{3s} < 8 \cdots \text{式}[13]$

但し、

β_{3s} ：短焦点端での前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の合成の近軸横倍率

β_{3r} ：長焦点端での前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の合成の近軸横倍率

(18) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(17)に記載のズームレンズ。

【0023】

50 $3.3 < \beta_{3r}/\beta_{3s} < 6 \cdots \text{式}[14]$

但し、

$\beta_{3,fl}$ ：短焦点端での前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の合成の近軸横倍率

$\beta_{3,fr}$ ：長焦点端での前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の合成の近軸横倍率

次に、上記記載の各構成において説明する。

【0024】前記(1)において、第1レンズ群の焦点距離を比較的に長く設定すると共に、第3レンズ群の変倍負担を比較的多くもたせることにより、100万画素以上のCCD等の固体撮像素子を用い、4倍以上の変倍比と35°以上の半画角を有するデジタルスチルカメラ等に適用して十分な結像性能を有するズームレンズを提供しようとしたことができた。また、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群よりなる3群構成のズームレンズにおいては、第1レンズ群は少なくとも負レンズ1枚と正レンズ1枚を含む構成とすることで、高い性能を維持しつつ広角化を実現した。

【0025】条件式[1]の下限をしたまわると、レンズ全長は短くなるが、短焦点端で、第1レンズ群による屈折後の光線束の傾きが大きくなり、前玉径は大きくなってしまふ。逆に条件式[1]の上限を超えるとレンズ全長が長くなりすぎ、また、短焦点端での負の歪曲収差が大きくなる。また、条件式[2]の下限をしたまわると、第3レンズ群の変倍負担が少なく、変倍比を確保するためには、第2レンズ群の変倍負担がその分増加し、短焦点端での負の歪曲収差の補正が難しくなったり、変倍によるコマ収差や像面湾曲の変化が大きくなる。逆に条件式[2]の上限を超えると、第3レンズ群の移動量が大きくなり、レンズ全長が長くなりすぎ、好ましくない。

【0026】また、前記(2)において、第3レンズ群の変倍負担は条件式[3]を満足させると、更によい。

【0027】更に、前記(3)において、短焦点端から長焦点端への変倍に際し前記第1レンズ群が像側に移動した後に、物体側に移動すると、前玉径を小さくすることができる。また、収差補正上も有利となり広角化が実現しやすくなる。

【0028】更に、前記(4)において、フォーカシングを、第1レンズ群の物体側への移動で行なうと、前玉径が大きくなってしまふが、第3-bレンズ群を移動させてフォーカシングすると、前玉径の大型化を防ぐことができる。また、フォーカシングによる性能劣化も少なくできる。条件式[4]の下限をしたまわると、フォーカシングの移動量が増えると共に、フォーカシングによる収差劣化も大きくなる。逆に条件式[4]上限を超えると、第3レンズ群主点の位置が第3-bレンズ群に近づき、第2レンズ群と前記主点の間隔が離れ十分な変倍を得られなくなったり、レンズ全長が長くなり好ましくない。

【0029】前記(5)において、第1レンズ群の焦点距離を比較的に長く設定すると共に、第3レンズ群と第4レンズ群の合成の変倍負担を比較的多くもたせることにより、100万画素以上のCCD等の固体撮像素子を用い、4倍以上の変倍比と35°以上の半画角を有するデジタルスチルカメラ等に適用して十分な結像性能を有するズームレンズを提供しようとしたことができた。条件式[5]の下限をしたまわると、レンズ全長は短くなるが、短焦点端で、第1レンズ群による屈折後の光線束の傾きが大きくなり、前玉径は大きくなってしまふ。逆に条件式[5]の上限を超えるとレンズ全長が長くなりすぎ、また、短焦点端での負の歪曲収差が大きくなる。条件式[6]の下限をしたまわると、第3レンズ群と第4レンズ群の合成の変倍負担が少なくなり、変倍比を確保するためには、第2レンズ群の変倍負担がその分増加し、短焦点端での負の歪曲収差が難しくなったり、変倍によるコマ収差や像面湾曲の変化が大きくなる。逆に条件式[6]上限を超えると、第3レンズ群と第4レンズ群の移動量が大きくなり、レンズ全長が長くなりすぎ、好ましくない。

【0030】また、前記(6)において、第1レンズ群の焦点距離は、条件式[7]を満足させると、更によい。

【0031】また、前記(7)において、第3レンズ群と第4レンズ群の合成の変倍負担は条件式[8]を満足させると、更によい。

【0032】更に、前記(8)において、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群と正の屈折力を有する第4レンズ群よりなる4群構成のズームレンズにおいても、高い性能と広角化のためには、第1レンズ群は少なくとも負レンズ1枚と正レンズ1枚を含む構成とすることが望ましい。

【0033】また、前記(9)において、短焦点端から長焦点端への変倍に際し前記第1レンズ群が像側に移動した後に、物体側に移動すると、前玉径を小さくすることができる。また、収差補正上も有利となり広角化が実現しやすくなる。

【0034】更に、前記(10)において、第4レンズ群を移動させてフォーカシングすると、前玉径の大型化を防ぎ、フォーカシングによる性能劣化も少なくできる。条件式[9]の下限をしたまわると、フォーカシングの移動量が増えると共に、フォーカシングによる収差劣化も大きくなる。逆に条件式[9]上限を超えると、第3レンズ群と第4レンズ群を一体としてみたときの合成主点の位置が第4レンズ群に近づき、第2レンズ群と前記合成主点の間隔が離れ十分な変倍を得られなくなったり、レンズ全長が長くなり好ましくない。

【0035】前記(11)において、正の屈折力が先頭にある、ズームレンズでは第1レンズ群による屈折後の光線束の傾きは大きく、特に画角が大きい短焦点端でし

かも条件式〔10〕を満足するような広角のズームレンズでは顕著になる。本願発明のズームレンズでは、第2レンズ群で前記光線束の光軸に対する傾きを小さくして、後方の第3レンズ群等を通してするようにしなければならない。第2レンズ群を物体側より3枚の負レンズと少なくとも1枚の正レンズを含むように構成すると、第2レンズ群通過後の軸外光線束の傾きを十分に小さくすることができ、前玉径を小さくすることができる。条件式〔10〕の下限をしたまわると、第2レンズ群は負レンズ2枚を含むレンズ構成でも十分であり、本願発明の構成はことさら必要とならない。逆に条件式〔10〕の上限を超えると短焦点端での倍率色収差や歪曲収差が大きくなり好ましくない。

【0036】更に、前記（12）において、条件式〔1〕を満足するようにすると、更に前玉径の小さいズームレンズを得ることができる。前述したように、条件式〔1〕の下限をしたまわると第1レンズ群による屈折後の軸外光線束の傾きが大きくなり、前玉径は大きくなる。逆に条件式〔1〕の上限を超えるとレンズ全長が長くなりすぎ好ましくない。

【0037】前記（13）および前記（14）において、物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、絞りと正の屈折力を有する第3レンズ群より構成された3群ズームレンズにおいて、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が増加するように、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように、少なくとも前記第2レンズ群が移動し、前記第3レンズ群が物体側に移動するズームレンズでは、絞りを第3レンズ群の前に配置したため、レンズの射出瞳位置が結像面から遠くなり、CCDを用いる光学系に好適となるが、第3レンズ群が物体側に移動するため、絞りの径を一定にしておく短焦点端から長焦点端への変倍において長焦点端のFナンバーが大きくなる。そこで、前記絞りの開放絞り径を短焦点端から長焦点端への変倍の際に大きくするようにすると、短焦点端と長焦点端でのFナンバーの変化を小さくすることができ、短焦点端のFナンバーを小さくしなくても長焦点端のFナンバーの増大をふせげる。そのため短焦点端における収差補正が容易になる。

【0038】条件式〔11〕の下限をしたまわると、第3レンズ群の変倍負担が少なく、変倍比を確保するためには、第2レンズ群の変倍負担がその分増加し、短焦点端での負の歪曲収差の補正が難しくなったり、変倍によるコマ収差や像面湾曲の変化が大きくなる。逆に条件式〔11〕上限を超えると、第3レンズ群の移動量が大きくなり、レンズ全長が長くなりすぎ好ましくない。

【0039】条件式〔11〕を満たすズームレンズの場合、絞り径を一定とした際のFナンバーの変化はかなり大きくなるので、前述のように開放絞り径を短焦点端か

ら長焦点端への変倍の際に大きくするとその効果が著しく、短焦点端の収差を良好に補正した高変倍ズームレンズを得ることができる。

【0040】また、前記（15）において、第3レンズ群の変倍負担は条件式〔12〕を満足させると、更によい。

【0041】前記（16）および前記（17）において、物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、絞りと正の屈折力を有する第3レンズ群と正の屈折力を有する第4レンズ群より構成された4群ズームレンズにおいて、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が増加するように、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように、少なくとも前記第2レンズ群が移動し、前記第3レンズ群が物体側に、前記第4レンズ群が物体側に移動するズームレンズでは、絞りを第3レンズ群の前に配置したため、レンズの射出瞳位置が結像面から遠くなり、CCDを用いる光学系に好適となるが、第3レンズ群と第4レンズ群が物体側に移動するため、絞りの径を一定にしておく短焦点端から長焦点端への変倍において長焦点端のFナンバーが大きくなる。そこで、前記絞りの開放絞り径を短焦点端から長焦点端への変倍の際に大きくするようにすると、短焦点端と長焦点端でのFナンバーの変化を小さくすることができ、短焦点端のFナンバーを小さくしなくても長焦点端のFナンバーの増大をふせげる。そのため短焦点端における収差補正が容易になる。

【0042】条件式〔13〕の下限をしたまわると、第3レンズ群と第4レンズ群の合成の変倍負担が少なく、変倍比を確保するためには、第2レンズ群の変倍負担がその分増加し、短焦点端での負の歪曲収差の補正が難しくなったり、変倍によるコマ収差や像面湾曲の変化が大きくなる。逆に条件式〔13〕の上限を超えると、第3レンズ群と第4レンズ群の移動量が大きくなり、レンズ全長が長くなりすぎ好ましくない。

【0043】条件式〔13〕を満たすズームレンズの場合、絞り径を一定とした際のFナンバーの変化はかなり大きくなるので、前述のように開放絞り径を短焦点端から長焦点端への変倍の際に大きくするとその効果が著しく、短焦点端の収差を良好に補正した高変倍ズームレンズを得ることができる。

【0044】また、前記（18）において、第3レンズ群と第4レンズ群の合成の変倍負担は条件式〔14〕を満足させると、更によい。

【0045】

【実施例】以下に本発明のズームレンズの実施例を示す。各実施例における記号は下記の通りである。

【0046】f：全系の焦点距離

F_n：Fナンバー

ω：半面角

R: 屈折面の曲率半径

D: 屈折面の間隔

N: レンズ材料のd線での屈折率

 ν : レンズ材料のアッペ数 f_1 : 第1レンズ群の焦点距離 f_w : 短焦点端における全系の焦点距離 $\beta_{3,r}$: 長焦点端における第3レンズ群の近軸横倍率 $\beta_{3,w}$: 短焦点端における第3レンズ群の近軸横倍率 $f_{3,a}$: 第3-aレンズ群の焦点距離 $f_{3,b}$: 第3-bレンズ群の焦点距離 $\beta_{3,r}$: 長焦点端における第3レンズ群と第4レンズ群 *

* の合成の近軸横倍率

 $\beta_{3,w}$: 短焦点端における第3レンズ群と第4レンズ群の合成の近軸横倍率 f_3 : 第3レンズ群の焦点距離 f_4 : 第4レンズ群の焦点距離

また、本願発明で用いた非球面の形状は座標を光軸方向にx軸をとり、光軸と垂直方向の高さをhと表すと、数1の式で表される。

【0047】

10 【数1】

$$x = \frac{h^2/R}{1 + \sqrt{1 - (K+1)h^2/R^2}} + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + A_{10} h^{10} + A_{12} h^{12}$$

【0048】数1でKは非球面の円錐定数、 A_i は非球面係数($i=2, 3, 4, 5, 6$)を示し、Rは近軸曲率半径を示す。

【0049】また各実施例で、開口絞りは第2レンズ群と第3レンズ群の中間に配置しており、変倍中に固定しても、移動してもよい。

※【0050】(実施例1) 実施例1は請求項1~4及び請求項11~15に含まれる実施例である。実施例1の短焦点端における断面図と変倍時の各レンズ群の移動軌跡を図1に、レンズデータを表1、表2に示す。

20 【0051】

※ 【表1】

f=4.4~11.6~30.0, F _{no} =3.5~4.2~4.5, $\omega=40^\circ \sim 17^\circ \sim 6.5^\circ$				
面番号	R	D	N	ν
1	29.262	0.70	1.84666	23.8
2	20.919	7.00	1.69350	53.2
3	313.159	0.50~8.42~18.78		
4	47.144	0.60	1.77250	49.6
5	8.763	3.20		
6	26.248	0.60	1.77250	49.6
7	11.242	2.50		
8	-882.447	0.60	1.77250	49.6
9	16.621	1.30		
10	15.264	2.50	1.84666	23.8
11	84.531	38.38~14.80~4.50		
12	15.376	2.00	1.69350	53.2
13	-73.947	0.20		
14	11.626	3.30	1.69680	55.5
15	-13.073	0.60	1.80610	40.9
16	12.159	1.50		
17	27.815	1.00	1.84666	23.8
18	11.056	0.80		
19	77.792	1.80	1.58913	61.2
20	-15.872	2.50		
21	22.825	1.80	1.48749	70.2
22	-211.742	7.09~12.58~19.26		
23	∞	1.75	1.54880	67.0
24	∞	0.20		
25	∞	1.75	1.51633	64.1
26	∞			

【0052】

【表2】

面番号	非球面係数
第3面	$K = 213.880$ $A_4 = 1.94530 \times 10^{-6}$ $A_6 = 1.66790 \times 10^{-8}$ $A_8 = 9.16040 \times 10^{-11}$ $A_{10} = -1.74830 \times 10^{-13}$
第13面	$K = -4.9447$ $A_4 = 3.30060 \times 10^{-5}$ $A_6 = 1.50800 \times 10^{-7}$ $A_8 = -1.30090 \times 10^{-8}$ $A_{10} = 7.58940 \times 10^{-11}$
$l_1/l_w = 11.53$ $\beta_{3T}/\beta_{3w} = 3.61$ $l_{3-a}/l_{3-b} = 0.44$ $\omega_w = 40^\circ$	
開放絞り径	短焦点端 = $\phi 4.2$ 中間 = $\phi 4.2$ 長焦点端 = $\phi 6.0$

*【0053】また、レンズ収差図は図2に示す通り良好に補正されている。

【0054】（実施例2）実施例2は請求項1～4及び請求項11～15に含まれる実施例である。実施例2の短焦点端における断面図と変倍時の各レンズ群の移動軌跡を図3に、レンズデータを表3、表4に示す。

【0055】

【表3】

*

f=4.4~9.8~22.0, F _{no} =2.8~3.3~4.5, $\omega=40^\circ \sim 20^\circ \sim 9^\circ$				
面番号	R	D	N	ν
1	58.927	1.00	1.80518	25.4
2	37.067	3.00	1.69680	55.5
3	161.173	0.20		
4	34.082	1.80	1.60311	60.7
5	63.182	0.50~8.59~19.44		
6	21.883	0.60	1.77250	49.6
7	7.635	3.20		
8	45.221	0.60	1.71300	53.9
9	11.099	2.00		
10	-87.468	0.60	1.71300	53.9
11	27.653	1.50		
12	16.558	2.00	1.84666	23.8
13	72.202	33.49~13.35~3.50		
14	15.448	2.50	1.69350	53.2
15	-34.640	0.20		
16	12.383	3.50	1.69680	55.5
17	-13.565	0.60	1.83400	37.2
18	12.280	1.50		
19	30.700	1.00	1.80518	25.4
20	11.175	1.00		
21	64.039	2.00	1.48749	70.2
22	-13.726	3.50		
23	23.153	1.80	1.48749	70.2
24	-67.425	4.85~9.82~17.24		
25	∞	1.75	1.54880	67.0
26	∞	0.20		
27	∞	1.75	1.51633	64.1
28	∞			

【0056】

【表4】

面番号	非球面係数
第15面	$K = -7.78440$ $A_4 = 3.28000 \times 10^{-5}$ $A_6 = 5.87980 \times 10^{-7}$ $A_8 = -3.23000 \times 10^{-8}$ $A_{10} = 3.94220 \times 10^{-10}$
	$f_1/f_w = 15.43$ $\beta_{3T}/\beta_{3w} = 3.25$ $f_{3-a}/f_{3-b} = 0.47$ $\omega_w = 40^\circ$
開放絞り径	短焦点端 = $\phi 5.1$ 中間 = $\phi 5.1$ 長焦点端 = $\phi 5.9$

*【0057】また、レンズ収差図は図4に示す通り良好に補正されている。

【0058】(実施例3) 実施例3は請求項1～4及び請求項11～15に含まれる実施例である。実施例3の短焦点端における断面図と変倍時の各レンズ群の移動軌跡を図5に、レンズデータを表5、表6に示す。

【0059】

【表5】

*

f=4.4~11.5~30.0, F _{no} =3.5~4.2~4.5, $\omega=40^\circ \sim 17^\circ \sim 6.5^\circ$				
面番号	R	D	N	ν
1	54.559	1.00	1.80518	25.4
2	31.612	3.80	1.69680	55.5
3	218.389	0.20		
4	32.697	2.50	1.60311	60.7
5	80.198	0.50~10.72~21.41		
6	42.769	0.60	1.72916	54.7
7	7.997	3.20		
8	39.612	0.60	1.69680	55.5
9	11.087	2.00		
10	-144.820	0.60	1.69680	55.5
11	17.423	1.50		
12	15.586	2.20	1.80518	25.4
13	94.751	33.48~13.17~3.50		
14	15.986	3.00	1.69350	53.2
15	-57.121	0.20		
16	12.100	3.60	1.69680	55.5
17	-15.584	0.60	1.83400	37.2
18	12.324	1.50		
19	26.266	1.00	1.80518	25.4
20	11.350	1.00		
21	50.812	2.00	1.48749	70.2
22	-15.132	3.50		
23	19.412	1.80	1.48749	70.2
24	-108.863	6.38~12.13~19.57		
25	∞	1.75	1.54880	67.0
26	∞	0.20		
27	∞	1.75	1.51633	64.1
28	∞			

【0060】

【表6】

面番号	非球面係数
第15面	$K = -10.1290$ $A_4 = 3.00180 \times 10^{-5}$ $A_6 = -5.72400 \times 10^{-7}$ $A_8 = -2.06950 \times 10^{-8}$ $A_{10} = 1.59490 \times 10^{-10}$
	$f_1/f_w = 11.89$ $\beta_{3T}/\beta_{3w} = 3.10$ $f_{3-a}/f_{3-b} = 0.53$ $\omega_w = 40^\circ$
開放絞り径	短焦点端 = $\phi 4.2$ 中間 = $\phi 4.2$ 長焦点端 = $\phi 6.1$

*【0061】また、レンズ収差図は図6に示す通り良好に補正されている。

【0062】(実施例4) 実施例4は請求項5～12及び請求項16～18に含まれる実施例である。実施例4の短焦点端における断面図と変倍時の各レンズ群の移動軌跡を図7に、レンズデータを表7、表8に示す。

【0063】

【表7】

*

f=4.4~11.5~30.0, Fno=3.5~4.1~4.5, $\omega=40^\circ \sim 17^\circ \sim 6.5^\circ$				
面番号	R	D	N	ν
1	29.804	1.00	1.84666	23.8
2	21.084	6.00	1.69350	53.2
3	236.755	0.50~7.04~18.76		
4	38.483	0.60	1.77250	49.6
5	8.173	3.10		
6	30.375	0.60	1.77250	49.6
7	11.479	2.20		
8	-3015.661	0.60	1.77250	49.6
9	17.148	1.30		
10	15.376	2.30	1.84666	23.8
11	90.502	38.38~12.75~3.50		
12	15.559	2.50	1.69350	53.2
13	-74.931	0.20		
14	11.660	3.80	1.69680	55.5
15	-10.977	0.60	1.80610	40.9
16	12.234	1.50		
17	28.251	1.00	1.84666	23.8
18	11.055	1.00		
19	70.620	1.80	1.58913	61.2
20	-15.712	4.65~2.26~2.00		
21	21.937	1.80	1.48749	70.2
22	-165.321	5.16~13.44~21.61		
23	∞	1.75	1.54880	67.0
24	∞	0.20		
25	∞	1.75	1.51633	64.1
26	∞			

【0064】

【表8】

面番号	非球面係数
第3面	$K = 248.930$ $A_4 = -8.97320 \times 10^{-7}$ $A_6 = -1.25140 \times 10^{-8}$ $A_8 = 4.89210 \times 10^{-11}$ $A_{10} = -2.93520 \times 10^{-13}$
第13面	$K = 11.4980$ $A_4 = 2.77260 \times 10^{-5}$ $A_6 = 4.97220 \times 10^{-7}$ $A_8 = -2.42860 \times 10^{-8}$ $A_{10} = 1.36880 \times 10^{-10}$
$f_1/f_w = 12.22$ $\beta_{34T}/\beta_{34w} = 3.61$ $f_3/f_4 = 0.44$ $\omega_w = 40^\circ$	
開放絞り径	短焦点端 = $\phi 4.3$ 中間 = $\phi 4.3$ 長焦点端 = $\phi 6.5$

*【0065】また、レンズ収差図は図8に示す通り良好に補正されている。

【0066】（実施例5）実施例5は請求項5～12及び請求項16～18に含まれる実施例である。実施例5の短焦点端における断面図と変倍時の各レンズ群の移動軌跡を図9に、レンズデータを表9、表10に示す。

【0067】

【表9】

10

*

f=4.4~11.5~30.0, Fno=3.5~4.5~4.5, $\omega=40^\circ \sim 17^\circ \sim 6.5^\circ$				
面番号	R	D	N	ν
1	54.955	1.00	1.84666	23.8
2	35.693	3.80	1.63854	55.4
3	215.410	0.20		
4	33.125	2.50	1.60311	60.7
5	79.470	0.50~4.42~21.02		
6	35.437	0.60	1.77250	49.6
7	8.468	3.20		
8	33.849	0.60	1.72916	54.7
9	11.621	1.90		
10	-699.561	0.60	1.72916	54.7
11	18.081	1.50		
12	15.549	2.50	1.80518	25.4
13	86.274	37.39~11.07~3.00		
14	16.025	3.00	1.69350	53.2
15	-66.188	0.20		
16	12.059	3.60	1.69680	55.5
17	-16.791	0.60	1.83400	37.2
18	12.287	1.50		
19	26.529	1.00	1.80518	25.4
20	11.350	1.00		
21	56.965	2.00	1.48749	70.2
22	-15.330	2.36~3.29~4.13		
23	19.824	1.80	1.48749	70.2
24	-107.501	7.04~14.39~20.96		
25	∞	1.75	1.54880	67.0
26	∞	0.20		
27	∞	1.75	1.51633	64.1
28	∞			

【0068】

【表10】

面番号	非球面係数
第15面	$K = -14.1620$ $A_4 = 2.95740 \times 10^{-5}$ $A_6 = 3.56890 \times 10^{-7}$ $A_8 = -1.22930 \times 10^{-8}$ $A_{10} = 7.85020 \times 10^{-11}$
	$f_1/f_w = 13.12$ $\beta_{34T}/\beta_{34w} = 3.57$ $f_3/f_4 = 0.54$ $\omega_w = 40^\circ$
開放絞り径	短焦点端 = $\phi 4.0$ 中間 = $\phi 4.1$ 長焦点端 = $\phi 6.5$

*【0069】また、レンズ収差図は図10に示す通り良好に補正されている。

【0070】(実施例6) 実施例6は請求項5～12及び請求項16～18に含まれる実施例である。実施例6の短焦点端における断面図と変倍時の各レンズ群の移動軌跡を図11に、レンズデータを表11、表12に示す。

【0071】

【表11】

10

*

$f=4.4 \sim 14.4 \sim 47.0$, $F_{no}=3.5 \sim 4.5 \sim 5.0$, $\omega=40^\circ \sim 14^\circ \sim 4.3^\circ$				
面番号	R	D	N	ν
1	67.399	1.20	1.80518	25.4
2	36.304	5.20	1.72916	54.7
3	318.790	0.20		
4	35.552	2.60	1.60311	60.7
5	95.428	0.50~9.81~22.14		
6	50.592	0.60	1.80400	46.6
7	8.620	4.50		
8	52.695	0.60	1.77250	49.6
9	18.312	2.00		
10	-68.365	0.60	1.77250	49.6
11	22.129	1.00		
12	18.378	2.70	1.84666	23.8
13	-2627.046	48.35~15.93~3.50		
14	17.651	2.50	1.69350	53.2
15	-56.058	0.20		
16	12.230	3.60	1.69680	55.5
17	-20.162	0.60	1.83400	37.2
18	12.396	1.50		
19	25.636	1.00	1.80518	25.4
20	11.575	1.00		
21	87.104	2.00	1.48749	70.2
22	-17.535	2.00~3.10~3.87		
23	24.386	1.80	1.48749	70.2
24	180.879	8.89~17.20~31.19		
25	∞	1.75	1.54880	67.0
26	∞	0.20		
27	∞	1.75	1.51633	64.1
28	∞			

【0072】

【表12】

面番号	非球面係数
第15面	$K = 6.36130 \times 10^{-2}$ $A_4 = 2.50650 \times 10^{-5}$ $A_6 = -4.90120 \times 10^{-8}$ $A_8 = 1.03370 \times 10^{-8}$ $A_{10} = -2.90100 \times 10^{-10}$
	$f_1/f_w = 12.53$ $\beta_{34T}/\beta_{34w} = 4.94$ $f_3/f_4 = 0.35$ $\omega_w = 40^\circ$
開放絞り径	短焦点端 = $\phi 5.2$ 中間 = $\phi 5.4$ 長焦点端 = $\phi 8.6$

【0073】また、レンズ収差図は図12に示す通り良好に補正されている。

【0074】

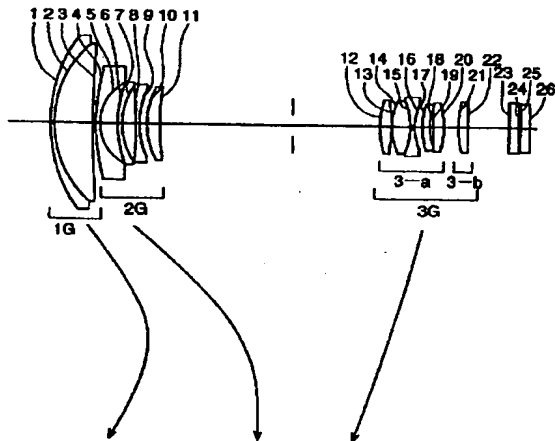
【発明の効果】上記のように構成したので次のような効果を奏する。即ち、本発明のズームレンズは断面図、収差図に示すように、5倍から11倍と高変倍で、更に半画角が 40° と広角にも関わらず、諸収差を高画素デジタルカメラにも十分用いられるほど、良好に補正されたズームレンズを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1の短焦点端における断面図と変倍時の各レンズ群の移動軌跡である。

【図2】実施例1の(A)短焦点端(B)中間(C)長*

【図1】



* 焦点端での収差図である。

【図3】実施例2の短焦点端における断面図と変倍時の各レンズ群の移動軌跡である。

【図4】実施例2の(A)短焦点端(B)中間(C)長焦点端での収差図である。

【図5】実施例3の短焦点端における断面図と変倍時の各レンズ群の移動軌跡である。

【図6】実施例3の(A)短焦点端(B)中間(C)長焦点端での収差図である。

10 【図7】実施例4の短焦点端における断面図と変倍時の各レンズ群の移動軌跡である。

【図8】実施例4の(A)短焦点端(B)中間(C)長焦点端での収差図である。

【図9】実施例5の短焦点端における断面図と変倍時の各レンズ群の移動軌跡である。

【図10】実施例5の(A)短焦点端(B)中間(C)長焦点端での収差図である。

【図11】実施例6の短焦点端における断面図と変倍時の各レンズ群の移動軌跡である。

20 【図12】実施例6の(A)短焦点端(B)中間(C)長焦点端での収差図である。

【符号の説明】

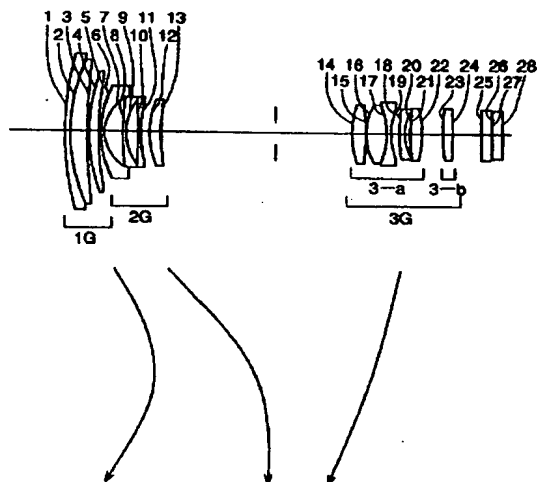
1G 第1レンズ群

2G 第2レンズ群

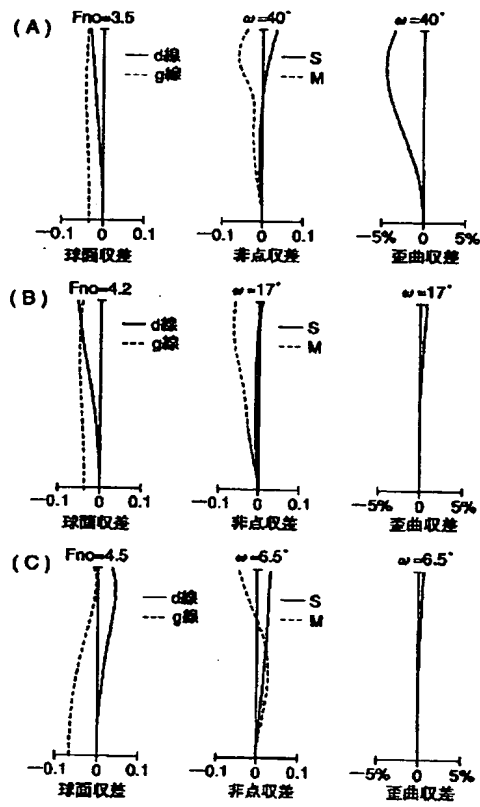
3G 第3レンズ群

4G 第4レンズ群

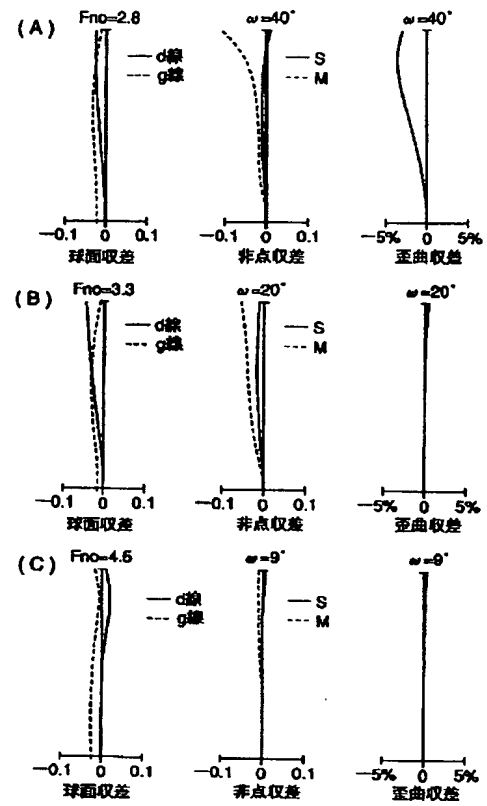
【図3】



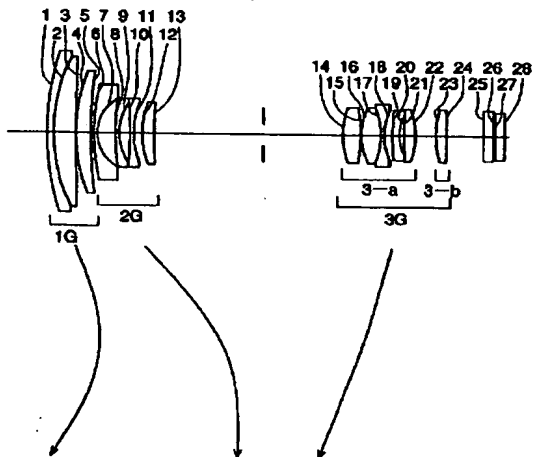
【図2】



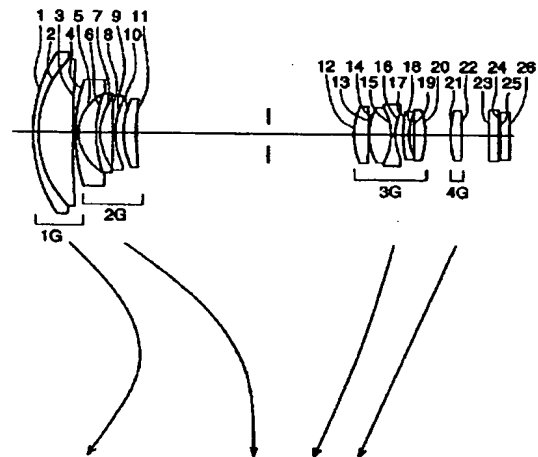
【図4】



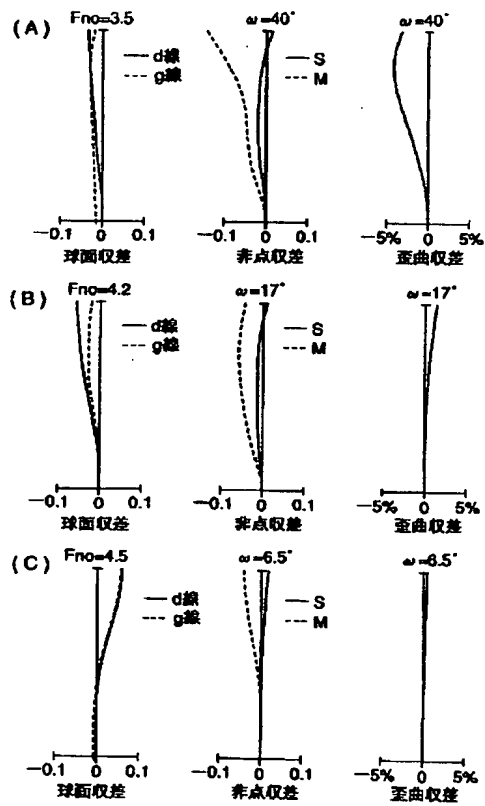
【図5】



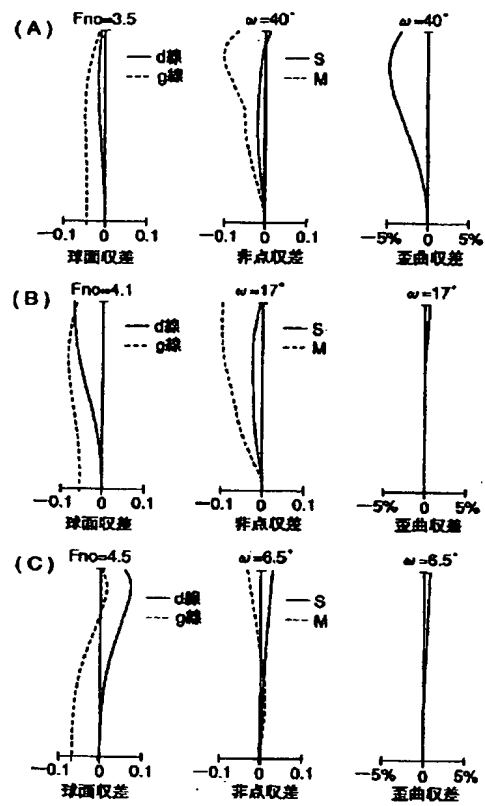
【図7】



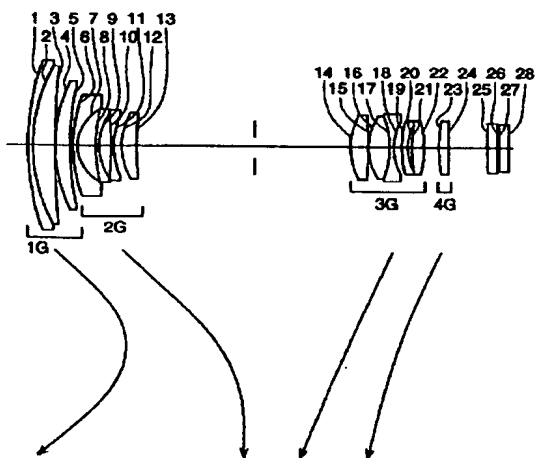
【図6】



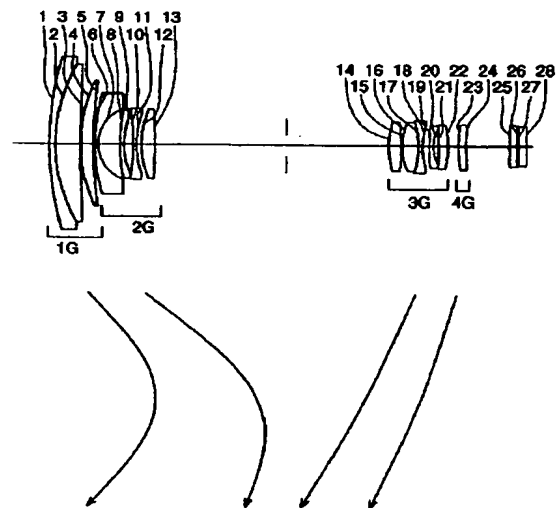
【図8】



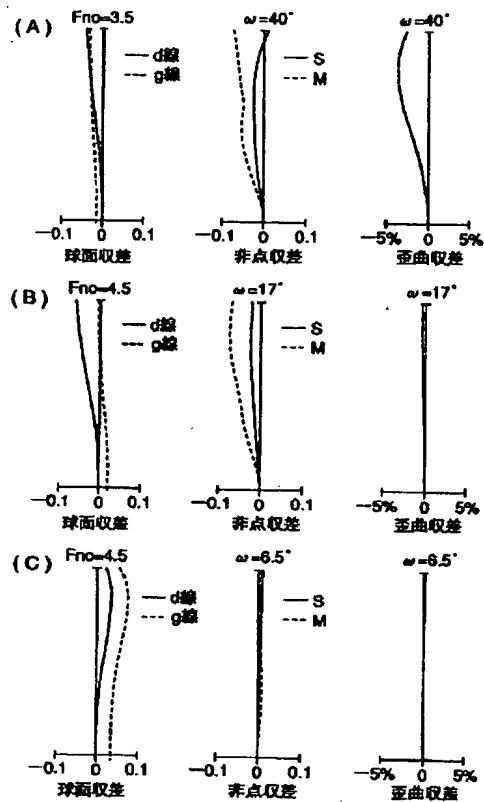
【図9】



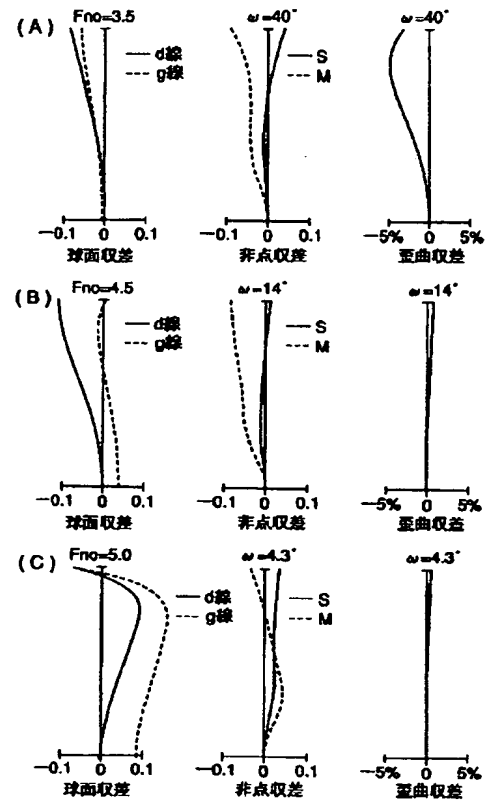
【図11】



【図10】



【図12】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA03 MA15 MA18 PA10 PA11
 PA19 PB12 PB13 QA02 QA06
 QA07 QA17 QA21 QA25 QA26
 QA32 QA34 QA41 QA46 RA05
 RA12 RA13 RA32 RA43 SA13
 SA17 SA19 SA23 SA27 SA29
 SA32 SA62 SA63 SA64 SA65
 SB03 SB04 SB15 SB26 SB27
 SB32

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images problems checked, please do not report the problems to the IFW Image Problem Mailbox